

第Ⅲ部門 せん断面浸水による不飽和土の強度変形特性

関西大学工学部 正会員 西田一彦
関西大学総合情報学部 正会員 青山千彰
関西大学工学部 正会員 西形達明
関西大学大学院 学生員 ○内木秀平

1. はじめに

自然斜面における崩壊は、雨水の浸透によるものが大半である。その破壊の原因の1つとして、地盤内に存在するみずみちから局所的に浸水を受けたことによるものがある。そこで、本研究では、つねにせん断応力が作用する斜面が局所的に浸水を受けた場合を想定して、せん断試験中に供試体中央部に注射針によって注水し、そのときのコラプスによる強度変形特性について検討した。

2. 試料および試験方法

試料は、「不飽和土の一斉軸・三軸圧縮試験の結果について」において用いられたDLクレーを使用した。これは、カオリナイトの原石を粉砕して、粗粒分と細粒分を除去した人工試料である。この試料を含水比 $w=20(\%)$ になるように調節し、8層に分けて締め固めを行い、高さ $H=16(\text{cm})$ 、直径 $D=8(\text{cm})$ の供試体を作成した。DLクレーの物理的性質と供試体条件を表-1に示す。

表-1 DLクレーの物理的性質と供試体条件

土粒子の密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.650
砂分 (%)	0.1
シルト分 (%)	90.4
粘土分 (%)	9.5
初期含水比 w_i	20
初期間隙比 e_i	1.1
初期飽和度 Sr_i	48

試験方法は斜面の比較的浅い部分での崩壊を想定して、圧密排水試験で、拘束圧 $\sigma_3=0.05, 0.10, 0.15(\text{kgf/cm}^2)$ の3種類の

表-2 試験方法

非浸水せん断	初期含水比 $w_i=20\%$ 、初期間隙比 $e_i=1.1$ の供試体を浸水時のせん断速度 $\dot{\epsilon}_w=0.1(\%/min)$ でせん断したもの。
せん断前浸水	初期含水比 $w_i=20\%$ 、初期間隙比 $e_i=1.1$ の供試体を等方圧縮後、50(cc)の水を25(cc/min)で浸水。変形が安定してから浸水時のせん断速度 $\dot{\epsilon}_w=0.1(\%/min)$ でせん断したもの。
せん断途中浸水	初期含水比 $w_i=20\%$ 、初期間隙比 $e_i=1.1$ の供試体をせん断試験中に各軸差応力レベルで、50(cc)の水を25(cc/min)で浸水させる。浸水時のせん断速度 $\dot{\epsilon}_w$ を0.1、0.3、0.6($\%/min$)とする。さらに、浸水時より、応力一定の応力制御試験も行った。

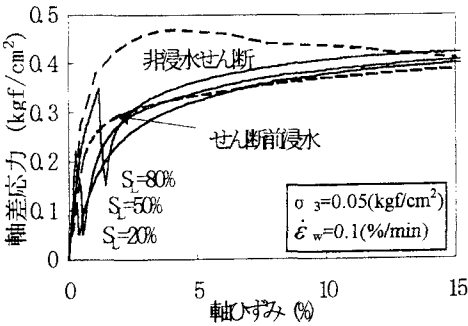
低拘束圧のもとで30分間の等方圧縮後、せん断試験を行った。なお、従来の研究では供試体下部より浸水する方法が用いられているが、この方法ではせん断変形と浸水による変形が異なった場所で発生する。そこで本試験では、供試体中央部に注射針を挿入することでせん断面に直接浸水できるようにした。

本研究では表-2のような3種類の実験を行った。非浸水せん断は、浸水試験との比較の基準として行ったものである。また、せん断前浸水は、せん断途中浸水と等量の水をせん断前に入れることにより、せん断途中の浸水による強度低下と比較するために行った。せん断途中浸水については、せん断速度の違いによる強度変形特性を検討するため、浸水時のせん断速度 $\dot{\epsilon}_w$ を0.1、0.3、0.6($\%/min$)とした。さらに、実斜面を想定して応力制御試験(せん断応力一定)を行い、浸水時の変形量を求めた。変形終了後については、再びせん断速度を0.1($\%/min$)としてせん断した。ここで浸水時の軸差応力レベル S_L は、浸水時の軸差応力と非浸水せん断で得られた最大軸差応力との比を表したものである。

3. 浸水による強度変形特性の変化

図-1は、 $\sigma_3=0.05(\text{kgf/cm}^2)$ での軸差応力と軸ひずみ

図-1 軸差応力と軸ひずみの関係



Kazuhiko NISIDA, Chiaki AOYAMA, Tatuaki NISIGATA, Shuhei UCHIKI

みの関係を示している。せん断途中浸水は、浸水前までは非浸水せん断と同じ経路をたどり、浸水と同時にサクシンの低下に伴って強度低下し、最下点に達する。その後、土粒子の構造が再配列することによって強度は回復し、せん断前浸水と同じ応力-ひずみひずみ曲線にもどる。

図-2 は、 $\sigma_3=0.05(\text{kgf/cm}^2)$ での体積ひずみと軸ひずみの関係を示している。軸差応力と軸ひずみの関係と同様に、せん断途中に浸水すると、浸水と同時に体積減少がみられる。浸水中に顕著な強度変特性の変化がみられることがわかる。応力-ひずみ、体積-ひずみの関係より、浸水による強度低下には浸水による体積減少が密接に関係しているものと思われる。

図-3 は、拘束圧 $\sigma_3=0.05(\text{kgf/cm}^2)$ 、浸水時のせん断速度 $\dot{\epsilon}_w=0.3(\%/min)$ の軸差応力と軸ひずみの関係を示したものである。 $\dot{\epsilon}_w=0.1(\%/min)$ の場合と比べ、浸水による強度低下は減少しているが、変形量は増加している。浸水速度とせん断速度の相互関係で、せん断途中の浸水による強度低下が異なる。

図-4 は、拘束圧 $\sigma_3=0.05(\text{kgf/cm}^2)$ の軸差応力と軸ひずみの関係に、図-1, 3 に示した強度低下の最下点をプロットしたものである。これがある一定の曲線上に集まることがわかる。

図-5 は、拘束圧 $\sigma_3=0.05(\text{kgf/cm}^2)$ 、応力制御試験の軸差応力と軸ひずみの関係を示したものである。浸水時の軸差応力レベルが高い状態で浸水させるほど、変形量が大いことがわかる。せん断応力一定の下で浸水したときの変形が停止した点は、図-4 で示した浸水による変形曲線に一致する。このことより、図-4 で示した浸水による変形曲線で、浸水による変形量を推定することができる。

5. 結論

- 1) 浸水速度とせん断速度の相互関係で、せん断途中の浸水による強度低下が異なる。
- 2) 浸水による変形曲線より、浸水による変形量を推定できる。

6. 参考文献

- 1) 梅村順：しらすのせん断抵抗に及ぼすサクシンの影響，第 28 回土質工学研究発表会，300。
- 2) 中井健博：飽和土の浸水位置を考慮した強度低下試験，土木学会第 50 回年次学術講演会，Ⅲ-68。

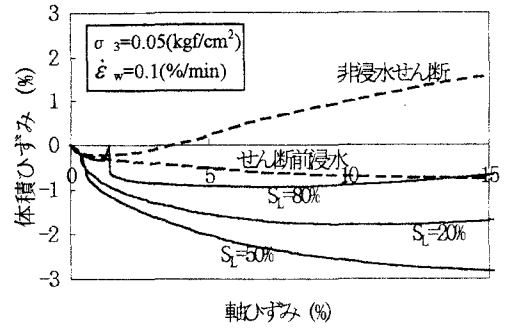


図-2 体積ひずみと軸ひずみの関係

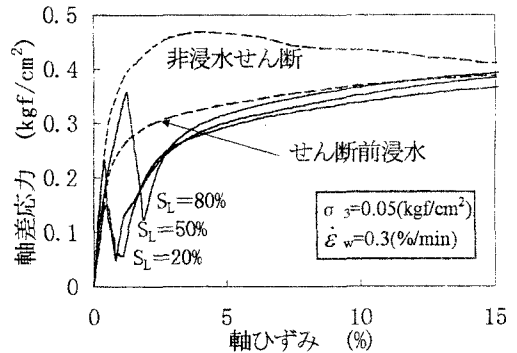


図-3 軸差応力と軸ひずみの関係

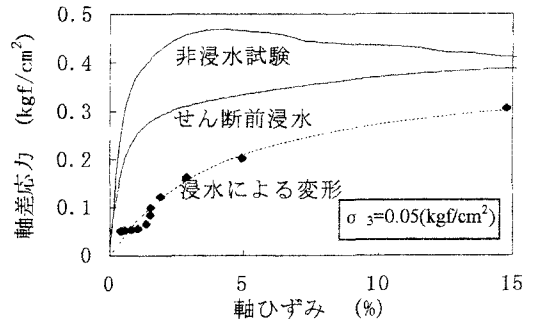


図-4 浸水による変形量

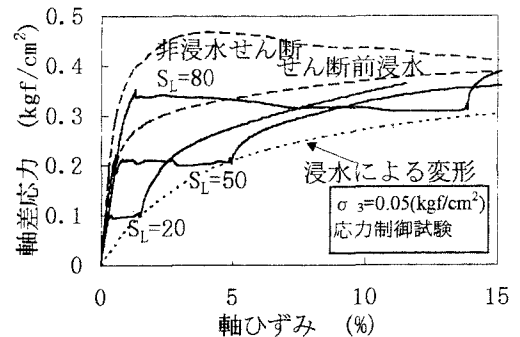


図-5 軸差応力と軸ひずみの関係